

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ЭКСПЕРТНОЙ КОМИССИИ

по защите диссертации **Кондрашенко Станислава Игоревича** на тему «Исследование и разработка способа нагрева стальной ленты струями высокотемпературного азота», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов» и состоявшейся в НИТУ «МИСиС» 13.02.2020 г.

Диссертация принята к защите Диссертационным советом НИТУ «МИСиС» 11.11.2019 г., протокол № 13.

Диссертация выполнена на кафедре «Энергоэффективные и ресурсосберегающие промышленные технологии» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» (НИТУ «МИСиС») Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – кандидат технических наук, профессор, профессор кафедры «Энергоэффективные и ресурсосберегающие промышленные технологии» НИТУ «МИСиС» Прибытков Иван Алексеевич.

Экспертная комиссия утверждена Диссертационным советом НИТУ «МИСиС» (протокол № 13 от 11.11.2019) в составе:

1. Валавин Валерий Сергеевич, д.т.н., директор Инновационного научно-учебного центра «Ромелт» НИТУ «МИСиС» - председатель комиссии;
2. Семин Александр Евгеньевич, д.т.н., профессор, профессор кафедры «Металлургия стали, новые производственные технологии и защита металлов» НИТУ «МИСиС»;
3. Симонян Лаура Михайловна, д.т.н., профессор, профессор кафедры «Металлургия стали, новые производственные технологии и защита металлов» НИТУ «МИСиС»;
4. Гаряев Андрей Борисович, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Тепломассообменные процессы и установки» ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ»;
5. Дождиков Владимир Иванович, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой нанотехнологий ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет».

В качестве ведущей организации утверждено Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина».

Экспертная комиссия отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- разработан способ нагрева стальной ленты в процессе ее термообработки струями высокотемпературного азота, отличительной особенностью которого является использование нагретого азота, выполняющего одновременно две функции – теплотехническую и технологическую;
- разработаны численные модели для исследования аэродинамики и теплового состояния одиночной круглой струи и системы круглых струй, взаимодействующих с ограничивающей поверхностью, которые, в частности, позволяют учесть зависимость свойств азота в вытекающей струе и в окружающем струю пространстве от его температуры, что существенно влияет на интенсивность конвективной теплоотдачи и, как следствие, на динамику нагрева металла;
- предложены новые понятия «энергодинамический потенциал потока» и «энергодинамическая мощность потока», введение которых позволяет охарактеризовать газообразный поток как носитель теплоты. Понятия используются для расчета конвективной теплоотдачи при взаимодействии струй высокотемпературного азота с поверхностью металла;
- разработана методика расчета конвективного теплообмена при струйном нагреве, в которой определяющими факторами являются параметры веерного потока: распределение скорости движения азота в пограничном слое, профили температур в веерном потоке, толщина веерного потока. Методика основана на использовании введенных понятий «энергодинамический потенциал потока» и «энергодинамическая мощность потока»;
- разработана методика расчета начальной толщины веерного потока, базирующаяся на законе сохранения массы в переходной области от струйного потока к веерному.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- доказаны положения, расширяющие представления о влиянии параметров веерного потока на характеристики процесса конвективной теплоотдачи при взаимодействии струи с поверхностью;
- исследованы и предложены рациональные параметры струйных систем – расстояние от среза сопла до металла, расстояние между осями струй, что

позволяет использовать их при конструировании устройств струйного нагрева стальной ленты высокотемпературным азотом;

- применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс существующих методов исследования как теоретических, так и численных, которые позволили исследовать аэродинамику и тепловое состояние как одиночной струи, так и системы струй;
- предложена и опробирована новая методика расчета плотности теплового потока на металл при взаимодействии высокотемпературных струй азота с нагреваемым металлом, основанная на использовании экспериментально полученных динамических характеристиках нагрева металла.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

- разработана схема устройства для нагрева стальной ленты высокотемпературными струями азота, позволяющая сократить время нагрева, снизить капитальные затраты и удельный расход топлива;
- предложены рациональные режимы и конструктивные параметры струйных систем с учетом реальных условий взаимодействия струй азота и окружающей их среды;
- разработана инженерная методика расчета параметров веерного потока, образующегося после взаимодействия струи с поверхностью металла;
- получены данные о характере распределения скорости движения азота в пристеночном пограничном слое веерного потока, позволяющие рассчитать величину осредненной скорости и толщину пристеночного пограничного слоя;
- результаты и рекомендации, изложенные в работе, приняты для использования при проектировании, реконструкции и строительстве установок струйного нагрева в ООО «КОМАС», что подтверждено соответствующим протоколом.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- анализ полученных данных при экспериментальных исследованиях подтверждает обоснованность выбора структуры потока при взаимодействии струи с ограничивающей поверхностью;
- численные эксперименты проведены с помощью эффективного программно-вычислительного комплекса, который обеспечивает высокую сходимость проведенных расчетов и надежность результатов исследования за счет

использования современных научных положений теории движения газов и процессов теплообмена, апробированных на практике;

- для анализа информационного массива данных проведенных численных и экспериментальных исследований, а также их результатов использованы известные методы теории тепломассообмена, теории струйных течений, прикладной статистики, что позволяет обоснованно судить об их достоверности.

Личный вклад соискателя состоит в:

непосредственном участии в разработке основного предложения, обсуждаемого в работе, формулировке целей и задач исследования, в проведении численного эксперимента с применением программного продукта, разработке экспериментального стенда и проведении физического эксперимента на стенде, в обобщении и обсуждении результатов исследования и разработке рекомендаций для практического использования, в написании статей и подготовке докладов на конференциях.

Соискатель представил 6 опубликованных работ по теме диссертации, из них 2 опубликованы в изданиях, входящих в перечень ВАК Министерства науки и высшего образования РФ, переведены на английский язык и опубликованы в журнале, входящем в международную библиографическую базу данных Scopus.

Пункт 2.6 Положения о присуждении ученой степени кандидата наук, ученой степени доктора наук НИТУ «МИСиС» соискателем ученой степени не нарушен.

Диссертация **Кондрашенко Станислава Игоревича** соответствует критериям п. 2 Положения о порядке присуждения ученых степеней в НИТУ «МИСиС», так как в ней на основании выполненных автором исследований решена задача разработки и исследования способа без окислительного нагрева стальной ленты высокотемпературными струями азота, позволяющего сократить время нагрева, снизить капитальные затраты и сократить удельный расход топлива.

Экспертная комиссия приняла решение о возможности присуждения **Кондрашенко Станиславу Игоревичу** ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов».

Результаты голосования: при проведении тайного голосования: экспертная комиссия в количестве 5 человек, участвовавших в заседании из 5 человек, входивших в состав комиссии, проголосовала: за 5, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель Экспертной комиссии
д.т.н.



Валавин В.С.